

⑩ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑩ Offenlegungsschrift
⑪ DE 3108087 A1

⑤ Int. Cl. 3:
F01C 1/344

⑦ Anmelder:
Gierstorfer, Ingo, 8831 Zell, DE

P 31 08 087.1-13
4. 3. 81
23. 9. 82

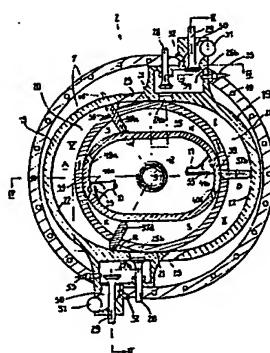
⑦ Erfinder:
gleich Anmelder

Deutsche Patent- und
Markenbehörde

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

④ Viertakt-Rotationsmotor

Viertakt-Rotationsmotor, der getrennte Kompressions- und Expansionsräume aufweist und bei dem das komprimierte Gas vor Einführung in den Verbrennungsraum durch einen Wasserdampfkondensator geführt wird. Die Trennung der Kompressions- und Expansionsräume erfolgt durch einen auf der Antriebswelle sitzenden Rotor, dessen Innenraum hohl ist und einen Teil der Kompressionsräume bildet. Die Verbrennung des Gasgemisches findet in einer Vorkammer statt.
(31 08 087)



PATENTANWALT
DIPL.-ING. VOLKER SASSE
EUROPEAN PATENT ATTORNEY

Chiemgaustraße 8
D 8070 INGOLSTADT
Telefon 0841/82790

23.2.1981
Gd-3
S/M

Patentanwalt Dipl.-Ing. V. Sasse, Chiemgaustraße 8 a, 8070 Ingolstadt

Anmelder: Ingo Gierstorfer, Schuttertalweg 20, 8831 Zell/Speck

Viertakt-Rotationsmotor

Patentansprüche

1. Viertakt-Rotationsmotor mit einem mit seiner Innenwand und einander gegenüberliegenden Seitenwänden einen ovalen, symmetrischen Arbeitsraum definierenden Außengehäuse, mit einem im Arbeitsraum mit einer Abtriebswelle drehbaren Rotor, der mit seinem Außenumfang in der kurzen Symmetrieachse des Arbeitsraumes an zwei in bezug auf die Abtriebswellenachse gegenüberliegenden Stellen abdichtend an der Gehäusinnenwand anliegt und den Arbeitsraum in zwei annähernd gleich große Teilräume unterteilt, mit wenigstens einem zu jedem Teilraum führenden Gas-Einlaß und mit einem aus jedem Teilraum herausführenden Gas-Auslaß, mit Zünd- und Brennstoffzuführleinrichtungen im Bereich jedes Gas-Einlasses und mit wenigstens drei in gleichen Umfangsabständen annähernd radial zur Abtriebswelle verschiebbaren Schiebern im Rotor, deren Radialbewegungen durch Kurvenbahnen steuerbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (35) ein geschlossener Hohlzylinder ist, dessen Innenraum durch

ein nach außen offenes, stationäres und hohles Innengehäuse (38) und die nach innen ragenden und auf dem Innengehäuse (38) aufsitzenden Schieber (37a, b, c) in voneinander getrennte Gaskompressions- (K) und Gasansaugkammern (S) unterteilt wird, und daß die Gaskompressionskammern mit den Gas-Einlässen (24, 25) vorgeschalteten, taktweise verschließbaren Vorverbrennungskammern (26a, 26b, 27a, 27b) verbindbar sind.

2. Viertakt-Rotationsmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Verlauf von zu den Vorverbrennungskammern führenden Verbindungsleitungen (10, 11) für das komprimierte Frischgas wenigstens ein Verdampfer (3), ein Druckspeicher und ein Drosselventil (5) angeordnet sind.

3. Viertakt-Rotationsmotor nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zu jedem Teilraum (A, B) zwei parallel zur Abtriebswellenachse (6) nebeneinanderliegende Gas-Einlässe (24a, 24b, 25a, 25b) führen und daß jedem Gas-Einlaß eine getrennte Vorverbrennungskammer (26a, 26b, 27a, 27b) vorgeschaltet ist, derart, daß jeder Teilraum (A, B) aus den beiden ihm zugeordneten Verbrennungskammern jeweils wechselseitig beaufschlagbar ist.

4. Viertakt-Rotationsmotor nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (35) einen H-förmigen Querschnitt besitzt und mit scheibenförmigen Seitenwänden (44, 43) im Außengehäuse (7) geführt und mit einer Seitenwand (44) fliegend auf der Abtriebswelle (6) befestigt ist, und daß die andere Seitenwand (43) des Rotors (35) auf dem nach außen offenen Ausgang (9) des Innengehäuses (38) drehbar gelagert (42) ist.

5. Viertakt-Rotationsmotor nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Innengehäuse

(38) in der Außenumfangsform dem Arbeitsraum (20) gleich ist, eine innere Führungsbahn für die Schieber definiert und in der längeren Symmetrieebene die Innenwand des Rotors (35) in zwei gegenüberliegenden Bereichen (39) berührt, daß das Innengehäuse (38) mit dem Außengehäuse (7) drehfest verbunden ist (Verzahnung (51), daß der Ausgang als Ansaugöffnung für Frischgas und zur Durchführung der Verbindungsleitungen (10, 11) für komprimiertes Frischgas ausgebildet ist, und daß im Innengehäuse (38) benachbart zu den Berührungsgebieten (39) mit der Innenwand des Rotors jeweils zwei Durchgangsöffnungen (40a, 40b, 41a, 41b) zu den Kammern (S, K) ausgebildet sind, von denen die zu den Kammern (K) führenden an die Verbindungsleitungen (10, 11) angeschlossen sind.

6. Viertakt-Rotationsmotor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchgangsöffnungen (40a, b, 41a, b) im Innengehäuse (38) annähernd parallel zur Abtriebswellenachse verlaufende Schlitze oder mehrere Bohrungen sind.

7. Viertakt-Rotationsmotor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Kompressionskammern (K) und den Verbindungsleitungen (10, 11) Rückschlagventile (53) angeordnet sind.

8. Viertakt-Rotationsmotor nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß in jeder Vorverbrennungskammer (26a, 26b, 27a, 27b) ein Einlaßventil (29) und ein die Verbindung zum Teilraum (A, B) überwachendes Auslaßventil angeordnet ist, und daß die Ventile, vorzugsweise mit Ventilüberschneidung, wechselseitig betätigbar sind.

9. Viertakt-Rotationsmotor nach Anspruch 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß in jeder Vorverbrennungskammer Zünd- und Brennstoffzuführleinrichtungen (32, 33) angeordnet sind.

10. Viertakt-Rotationsmotor nach Anspruch 1 bis 9, d a - durch gekennzeichnet, daß in den Seitenwänden (43, 44) des Rotors (35) radiale Führungsschlitzte (45, 46) für die Endabschnitte der an der Innenwand (22) des Arbeitsraumes (20) und der Außenwand des Innengehäuses (38) geführten Schieber (37a, b, c) ausgebildet sind.

11. Viertakt-Rotationsmotor nach Anspruch 1 bis 10, d a - durch gekennzeichnet, daß in den Berührungsgebieten des Rotors (35) mit der Innenwand (22) des Arbeitsraumes (20) (Bereiche 21) und der Rotorinnenwand mit dem Außenumfang des Innengehäuses (38) (Bereiche 39) Dichtleisten angeordnet sind.

12. Viertakt-Rotationsmotor nach Anspruch 1 bis 11, d a - durch gekennzeichnet, daß die Seitenwand (43) am Zylinderkörper des Rotors (35) lösbar (Befestigungsmittel 50) befestigt ist.

13. Viertakt-Rotationsmotor nach Anspruch 1 bis 12, d a - durch gekennzeichnet, daß in jeder Vorverbrennungskammer (26a, b, 27a, b) ein Schnüffelventil (34) angeordnet ist.

14. Viertakt-Rotationsmotor nach Anspruch 1 bis 13, d a - durch gekennzeichnet, daß vor jedem Einlaßventil (29) zur Vorverbrennungskammer eine willkürlich betätigbare Drosselklappe (31) angeordnet ist.

15. Viertakt-Rotationsmotor nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß das Volumen des Expansionsraumes (A, B) größer als der Kompressionsraum (K, S) ausgebildet ist.

16. Betriebsweise für einen Viertakt-Rotationsmotor gemäß den Ansprüchen 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Drehbewegung des Rotors Frischgas ins Innere des Rotors angesaugt und in den inneren Kompressionskammern verdichtet und dabei erhitzt wird, daß das erhitzte komprimierte Frischgas im Verdampfer abgekühlt und mit Wasserdampf versetzt wird, daß abgekühltem und mit Wasserdampf versetztem Frischgas in den Vorverbrennungskammern Brennstoff zugegeben wird, daß das zündfähige Gemisch danach gezündet wird, und daß das entzündete Gemisch in einen im Teilraum gebildeten Expansionsraum hineinexpandiert und über den Rotor und den jeweils beaufschlagten Schieber ein Drehmoment in die Abtriebswelle einleitet und gleichzeitig aus dem in Drehrichtung davorliegenden Expansionsraum Abgase ausschiebt.

17. Betriebsweise nach Anspruch 16, gekennzeichnet, durch eine adiabatische Kompression, die bei Erreichen des im Verdampfer herrschenden Druckes in eine polytrope Kompression übergeht und durch eine Isochor ablaufende Verbrennung bzw. Expansion des gezündeten Brennstoff-Gasmisches.

18. Betriebsweise nach den Ansprüchen 16 und 17, dadurch gekennzeichnet, daß über eine 360° Drehung der Abtriebswelle bzw. des Rotors sechs Expansionstakte stattfinden, wobei das gezündete Gemisch jeweils aus einer Vorverbrennungskammer hinter einen der am Gas-Einlaß vorbeipassierenden Schieber in eine gebildete Expansionskammer hineinexpandiert, und daß bei dieser einen Umdrehung im Inneren des Rotors sechs Ansaug- und sechs Kompressionstakte stattfinden.

Die Erfindung betrifft einen Viertakt-Rotationsmotor gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Aus der DE-OS 2 830 854 ist ein Rotationsmotor bekannt, bei dem das Außengehäuse einen Arbeitsraum begrenzt, der die Form zweier aneinandergesetzter Kreisabschnitte besitzt. In dem Arbeitsraum ist ein als Hohlzylinder ausgebildeter Rotor auf der Abtriebswelle gelagert, wobei die Abtriebswellenachse im Schnittpunkt der Verbindungsline der beiden Kreisabschnitt-Mittelpunkte und der Verschneidungsline liegt. Im Rotor sind drei um jeweils 120° versetzte, radial bewegliche Schieber beweglich geführt, deren freie Enden an der Innenwand des Arbeitsraumes dichtend anliegen. Der Rotor berührt die Innenwand des Arbeitsraumes in der kürzeren Symmetrieebene und teilt den Arbeitsraum in zwei Teilräume auf. Zu jedem Teilraum führt ein durch einen Drehschieber überwachter Gaseinlaß, dem ein Gasauslaß gegenüber liegt. Der bekannte Rotationsmotor ist zwar ohne Schwungrad betriebsbereit, da er über keine Todpunkte verfügt, jedoch ist die Leistungsausbeute begrenzt und der Wirkungsgrad dem Wirkungsgrad herkömmlicher Hubkolben-Verbrennungskraft-Motoren nur unwesentlich überlegen, nicht zuletzt deshalb, weil nur eine verhältnismäßig niedrige Kompression des zündfähigen Gemisches erreichbar ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Viertakt-Rotationsmotor zu schaffen, der ohne eine Schwungscheibe zu benötigen eine wesentlich höhere Leistungsausbeute bei deutlich gesteigertem Wirkungsgrad erzielen lässt, was mit einer optimalen Ausnutzung der im Brennstoff enthaltenen Energie, einer hohen Kompression und einem hohen Füllungsgrad in den Expansionsräumen bewirkt werden soll.

Die gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einem Viertakt-Rotationsmotor der im Oberbegriff des Hauptanspruchs angegebenen Art durch die im kennzeichnenden Teil des Hauptanspruchs angegebenen Merkmale gelöst.

Der als Hohlzylinder ausgebildete Rotor ist in seiner Masse gegenüber der bekannten Lösung erheblich reduziert. Zudem wird sein Innenraum zum Ansaugen und Komprimieren des für die Verbrennung bestimmten Frischgases nutzbar, wobei das Innengehäuse gleichzeitig innere Führungsbahnen für die im Rotor radial verschiebbaren Schieber bildet. Den Schiebern fällt eine doppelte Aufgabe zu, da sie nicht nur den Expansionsdruck des gezündeten Gemisches auf die Abtriebswelle zu übertragen haben, sondern auch mit dem Innengehäuse beim Ansaugen und Komprimieren des Frischgases zusammenwirken. Bei dieser Ausbildung des Vier-takt-Rotationsmotors ergibt sich eine hohe Abtriebsleistung trotz eines kompakten und kleinen Aufbaus. Die Verbrennung des aus dem komprimierten Frischgas und zugegebenem Brennstoff hergestellten zündfähigen Gemisches folgt bereits in entsprechend strömungsgünstig ausgebildeten Vorverbrennungskammern, während die eigentliche zur Arbeit nutzbare Expansion dann unmittelbar auf den Rotor bzw. die Schieber einwirkt und zur Arbeitsabgabe herangezogen wird. Die drei um 120° versetzten Schieber unterteilen die Teilaräume des Arbeitsraumes in insgesamt fünf Kammern, von denen jeweils zwei einander überschneidend für die Expansion nutzbar sind. Aus zwei weiteren dieser Kammern wird das Abgas ausgeschoben, während die fünfte Kammer sozusagen einen Leertakt ausführt. Infolge dieser Aufteilung des Arbeitsraumes lassen sich bei einer 360° Umdrehung der Abtriebswelle ohne Schwierigkeiten sechs Expansionstakte mit entsprechend vielen Ausschiebetakten durchführen, so daß der Rotationsmotor trotz nur einem Arbeitsraum und einem Rotor wie ein herkömmlicher Zwölfzylinder-Hubkolbenmotor arbeitet, der bei 720° Kurbelwellendrehung 12 Expansionstakte ausführt. Bei dem erfindungsgemäßen Viertakt-Rotationsmotor finden allerdings die Ansaug- und Kompressionstakte im Inneren des Rotors und die Arbeits- und Aus-pufftakte am Außenumfang des Rotors gleichzeitig statt.

Eine zweckmäßige Ausführungsform des Erfindungsgegenstandes geht

aus Anspruch 2 hervor. Mit dieser Ausgestaltung läßt sich eine besonders wirkungsvolle und einen guten Gesamtwirkungsgrad ergebende Verbrennung erzielen, da die Kompression der angesaugten Luft im Inneren des Rotors zunächst adiabat abläuft, bis der im Verdampfer herrschende Druck erreicht ist. Über den Druckspeicher strömt die komprimierte Luft bzw. das komprimierte Frischgas durch das Wasser im Verdampfer und von diesem über das einstellbare Drosselventil in die Vorverbrennungskammern. Beim Durchströmen des Wassers im Verdampfer kühlt sich das erhitzte und komprimierte Frischgas auf die dem Druck im Verdampfer entsprechende Siedetemperatur ab, wobei gleichzeitig eine entsprechende Menge des Wassers verdampft wird. Das durch die erzwungene Abkühlung verringerte Volumen des Frischgases wird durch eine entsprechende Dampfaufnahme kompensiert. Diese Zwischenkühlung erlaubt sehr hohe Verdichtungsdrücke, ohne den Motor thermisch zu überlasten oder die Zündtemperatur des Brennstoffes zu überschreiten, wodurch anderenfalls ungewollte Selbstzündungen eintreten könnten. Der adiabatische Kompressionsverlauf der bei Erreichen des im Verdampfer herrschenden Druckes in einen polytrophen Kompressionsverlauf übergeht, führt jedoch zu dem Vorteil, daß im Arbeits- oder Prozeßdiagramm des Motors eine größere Gesamtfläche und damit mehr Arbeit erreicht wird, als im herkömmlichen Viertakt-Kreisprozeß. Mit dem Drosselventil läßt sich der Kompressionsdruck bzw. der Verdampferdruck einfach regeln.

Eine weitere, zweckmäßige Ausführungsform der Erfindung geht aus Anspruch 3 hervor. An sich würde es ausreichen, jedem Teilraum des Arbeitsraumes eine Vorverbrennungskammer zuzuordnen. Durch die Anordnung von jeweils zwei nebeneinander liegenden Vorverbrennungskammern, die wechselweise gefüllt werden und in denen die Zündung jeweils abwechselnd erfolgt, lassen sich trotz hoher möglicher Drehzahlen des Rotors niedrige Frequenzen für die Schließorgane der Vorverbrennungskammern erzielen. Jede Vorverbrennungskammer füllt den an ihr vorbei wandernden Expansionsraum nur jedes zweite Mal.

Eine weitere, zweckmäßige Ausführungsform der Erfindung ist in Anspruch 4 angegeben. Mit dieser Ausbildung des Rotors wird eine sichere Abdichtung der Expansions- und Kompressionsräume zu den Seitenteilen des Außengehäuses hin erzielt. Zudem lässt sich ein solcher Rotor mit technisch geringem Aufwand sehr präzise herstellen. Mit seinen Seitenwänden findet er eine einwandfreie Führung im Außengehäuse.

Wichtig sind ferner die gemäß einem weiteren Gedanken der Erfindung in Anspruch 5 angegebenen Merkmale. Die in dem Rotor verschieblich gelagerten Schieber stützen sich mit ihren inneren Enden auf dem Innengehäuse ab, das eine zum Außengehäuse konforme Führungsbahn bildet. Die Berührungsgebiete zwischen dem Außenumfang des Innengehäuses und der Innenwand des Rotors und die in das Innere des Rotors bis auf das Innengehäuse ragenden Schieber unterteilen den gebildeten Raum zwischen dem Innengehäuse und dem Rotor im Kompressions- und Ansaugräume, deren Volumina beim Umlauf des Rotors ständig wechseln. In den Ansaugkammern wird das Volumen zunächst ständig vergrößert, wobei Frischgas durch die Durchgangsöffnungen aus dem Inneren des Innengehäuses angesaugt wird. Sobald der darauffolgende Schieber die bis dahin zur Zuführung des Frischgases dienende Durchgangsöffnung überfahren hat, wird das Volumen dieser Kammer verkleinert, so daß sie als Kompressionskammer arbeitet. Das Volumen wird praktisch bis auf Null verringert, wobei allerdings gegen Ende dieser Bewegung das komprimierte Frischgas durch die dann mit der Kammer verbundene Durchgangsöffnung durchgepreßt und in die Verbindungsleitung zum Verdampfer geführt wird. Jeder Schieber arbeitet während einer vollen Umdrehung zweimal als sowohl das Ansaugen als auch das Komprimieren bewirkendes Element, so daß sich infolge dreier angeordneter Schieber insgesamt sechs Ansaug- und sechs Kompressionstakte ergeben.

Ein besonders guter Gasdurchsatz, auch bei höheren Drehzahlen,

ergibt sich bei einer Ausbildung, wie sie Anspruch 6 erläutert.

Es hat sich ferner als zweckmäßig erwiesen, eine Ausgestaltung zu wählen, wie Anspruch 7 sie angibt. Die Rückschlagventile im Bereich der das komprimierte Frischgas zum Verdampfer führenden Durchgangsöffnungen öffnen erst dann, wenn der Kompressionsdruck den im Verdampfer herrschenden Druck überwunden hat. Auf diese Weise wird ein Zurückdrücken bereits komprimierten Frischgases in die Kompressionsräume verhindert, was einen Bewegungswiderstand für den Rotor bedeuten würde.

Zweckmäßigerweise sind die Vorverbrennungskammern in der in Anspruch 8 angegebenen Art und Weise ausgebildet. Die Ventile können am einfachsten herkömmliche Tellerventile sein, die sich durch große Standfestigkeit, gute Einstellbarkeit und ihre Robustheit auszeichnen. Die Ventilüberschneidung soll insbesondere dann stattfinden, wenn die beiden Ventile einer Vorverbrennungskammer geschlossen sind und das zündfähige Gemisch gezündet wird. Das Auslaßventil zum jeweiligen Expansionsraum soll erst dann öffnen, wenn die Verbrennung auch in die entlegensten Ecken der Vorverbrennungskammer vorgedrungen ist.

Zweckmäßig ist ferner, wenn die in Anspruch 9 gegebenen Merkmale gegeben sind. Günstig ist dabei, wenn die Brennstoffzuführerichtung von einem Einspritzventil gebildet wird, das den Brennstoff bei geöffnetem Einlaßventil unmittelbar in die Vorverbrennungskammer einspritzt, wobei zweckmäßigerweise die Zündeinrichtungen innerhalb der Vorverbrennungskammer und in etwa in Strahlrichtung aus dem Einspritzventil angeordnet sind.

Eine weitere, wichtige Maßnahme geht aus Anspruch 10 hervor. Da unter Umständen die Führung der Schieber im Rotor nicht ausreichen würde, um die doppelseitige Belastung der Schieber einwandfrei aufzunehmen, stützen radiale Führungsschlitzte in den Sei-

tenwänden des Rotors zumindest die Endabschnitte der Schieber noch zusätzlich. Gleichzeitig werden in diesen Führungsschlitten zusätzliche Wärmeübergangsbereiche zwischen den Schiebern und den massiven Seitenwänden des Rotors geschaffen, die der Temperaturverteilung im Inneren des Motors zugute kommen.

Eine weitere, zweckmäßige Maßnahme nennt Anspruch 11. In diesen Bereichen kann es zweckmäßig sein, aus Standfestigkeitsgründen zusätzliche und an sich bekannte Dichtleisten vorzusehen.

Herstellungs- und montagetechnisch ergeben sich bei der Ausführungsform gemäß Anspruch 12 Vorteile, da bei einem einstückig ausgebildeten Rotor Schwierigkeiten hinsichtlich der Einbringung des Innengehäuses vorlägen.

Weitere, zweckmäßige Merkmale gehen aus den Unteransprüchen 13 und 14 hervor. Diese Merkmale sind im Hinblick darauf wichtig, daß der erfindungsgemäße Rotationsmotor im Schiebebetrieb oder mit Motorbremsung betrieben wird, d.h. daß eine Brennstoffzufuhr unterbleibt und keine Zündung erfolgt, wobei zusätzlich die Drosselklappen verschlossen werden, um an der Abtriebswelle ein gewünschtes Bremsmoment zu erhalten. Da jedoch dann gefährliche Unterdrücke, insbesondere in den Vorverbrennungskammern auftreten würden, sind die Schnüffelventile erforderlich, die bei Auftreten eines bestimmten Unterdrucks Außenluft einströmen lassen und Beschädigungen vermeiden. Im Druckspeicher wird durch Druckerhöhung die Bremsenergie gespeichert, um später als zusätzliche Energie abgerufen zu werden.

Es hat sicher ferner als recht vorteilhaft erwiesen, den Gegenstand gemäß Anspruch 15 auszubilden. Diese Ausbildung bietet sich geradezu an, weil der Kompressionsraum in die innere und die Expansionsräume in die äußere Zone des Gehäuses untergebracht sind. Diese Maßnahme bewirkt einen niedrigen Auspuffdruck und niedrige Temperatur im Auspuff und damit ist eine bessere Ausnutzung der inneren Energie des Arbeitsmittels gegeben.

Gemäß den Unteransprüchen 16, 17 und 18 wird eine zweckmäßige Betriebsweise des erfindungsgemäßen Rotationsmotors hervorgehoben. Bei der Betriebsweise gemäß Anspruch 16 ist erkennbar, daß

eine Schwungmasse wie ein Schwungrad überflüssig wird, da der Rotor keinen Totpunkt zu überwinden hat, sondern sich ständig im Gleichgewicht befindet. Der nennenswert angehobene Gesamtwirkungsgrad des Motors resultiert u. a. aus der Betriebsweise gemäß Anspruch 17. Durch die anfangs adiabatische Kompression des Frischgases und durch die isochor ablaufende Verbrennung bzw. Expansion des gezündeten Brennstoff-Gasmisches lässt sich im Diagramm des Kreisprozesses für diesen Motor eine größere Arbeitsfläche erzielen, als bei herkömmlichen Viertakt-Motoren. Durch die Zwischenkühlung und Dampfaufnahme des erhitzten und komprimierten Frischgases werden außerordentlich hohe Verdichtungsdrücke und ein besonders großer Füllungsgrad der Vorverbrennungskammer erreicht, ohne daß der Motor thermisch besonders belastet würde oder die Selbstzündtemperatur des Brennstoffs überschritten wäre. Die niedrige Temperatur des in der Vorverbrennungskammer mit Brennstoff vermischten Frischgases führt auch zu einer verhältnismäßig niedrigen Endtemperatur bei der Verbrennung bei relativ hohem Druck. Dazu kommt, daß der im Verdampfer aufgenommene Wasserdampf bei der Verbrennung in der Vorverbrennungskammer in Wasserstoff und Sauerstoff aufgespalten wird und der freigesetzte Wasserstoff einen zusätzlichen Brennstoff bildet, zu dessen Verbrennung gleichzeitig auch der freigesetzte Sauerstoff nutzbar ist. Bei der Expansion und nach dem Öffnen des Auslaßventiles der Vorverbrennungskammer strömt das Druckmedium mit sehr hohem Druck hinter dem Schieber in den Expansionsraum, wobei zunächst der Schieber noch sehr weit in den Rotor hineingeschoben steht, so daß seine Belastung auf einer verhältnismäßig kleinen Fläche aufgenommen wird. Erst mit fortschreitender Expansion und damit abnehmendem Druck gelangt der Schieber weiter aus dem Rotor heraus und bietet eine größere Arbeitsfläche für das expandierende Arbeitsmittel dar. Dies bedeutet, daß alle Schieber verhältnismäßig gleichmäßig belastet werden, weil sie ihrer Lebensdauer und ihrer Standfestigkeit zugute kommt.

Gemäß Anspruch 17 wird jeder beim Vorbeilaufen eines Schiebers an einem Gaseinlaß sich bildende Expansionsraum zur Arbeitsleistung herangezogen, so daß der Motor wie ein Zwölfzylinder arbeitet und bei einer 360° Drehung des Rotors sechs Expansions-

und sechs Ausschiebetakte stattfinden, da jeder Schieber zweimal einen Expansionstakt unterworfen wird und dabei gleichzeitig einen Ausschiebetakt ausführt. Selbstverständlich ist es auch möglich, jeweils nur eine Vorverbrennungskammer anstelle der paarweise angeordneten Vorverbrennungskammern vorzusehen und jeden Schieber nur bei jedem zweiten Vorbeipassieren an einem Gaseinlaß einem Expansionstakt zu unterwerfen. Dann arbeitet der Motor wie ein Sechszylindermotor. Bei der zuerst genannten Betriebsweise, die die paarweise Anordnung von Vorverbrennungskammern erfordert, läßt sich der Rotationsmotor auch nach dem Prinzip der "Zylinder-Abschaltung" betreiben, wonach er bei geringem Leistungsbedarf pro 360° Drehung nur mit drei Expansionstakten arbeitet, während bei höherem Leistungsbedarf und höheren Drehzahlen mit sechs Expansionstakten pro 360° Drehung gearbeitet wird.

Eine Ausführungsform der Erfindung wird nachstehend anhand der Zeichnung näher beschrieben.

Es zeigen:

- Fig. 1 ein Schema eines Viertakt-Rotationsmotors mit seinen Nebenaggregaten,
- Fig. 2 einen Planschnitt durch den Rotationsmotor von Fig. 1,
- Fig. 3 einen Achsschnitt in der Ebene III-III von Fig. 2 und
- Fig. 4 einen um 90° gegenüber dem vorigen gedrehten Achsschnitt in der Ebene IV-IV durch den Rotationsmotor von Fig. 2.

In Fig. 1 ist eine Verbrennungskraftmaschine 1 schematisch gezeigt, deren Kernstück ein Rotations-Verbrennungsmotor 2 ist. Als Nebenaggregat ist dem Motor 2 ein Verdampfer 3 sowie ein Kühlwasser- und Verdampferwasserbehälter 4 zugeordnet. Dem Verdampfer 3 ist ein einstellbares Drosselventil 5 nachgeschaltet.

Aus dem Rotationsmotor 2 führt eine Abtriebswelle 6 heraus die zu einem herkömmlichen Getriebe oder einer Kupplung (nicht dargestellt) führt. Der Rotationsmotor 2 verfügt über ein Außengehäuse 7, an dem ein Ansaugelement 8 über einen Ausgang 9 befestigt ist. Aus dem Inneren des Rotationsmotors 2 führen durch das Ansaugelement 8 zwei Verbindungsleitungen 10 und 11 für komprimiertes Frischgas in einen am Verdampfer 3 befestigten Druckspeicher 52, während der Verdampfer 3 mit dem Drosselventil 5 über eine Verbindungsleitung 12 verbunden ist. Aus dem Drosselventil 5 führen weitere Verbindungsleitungen 13, 14 zu Kopfteilen 15, 16, in denen Vorverbrennungskammern enthalten sind, die über die Hosenrohre am Ende der Leitungen 13, 14 befüllbar sind.

Aus dem Kühlwasserbehälter 4 führen Leitungen 17, 18 in den Verdampfer 3. Es wäre auch denkbar, daß der Verdampfer 3 unmittelbar aus dem Kühlwasserkreislauf des Rotationsmotors über eine Leitung 17' mit unter Druck stehendem und aufgeheiztem Wasser versorgt wird. Der Kühlwasserkreislauf des Rotationsmotors 2 kann jedoch auch über Leitungen 60 an den Kühlwasserbehälter 4 angeschlossen sein. Unabhängig vom eigentlichen Kühlwasserkreislauf des Rotationsmotors 2 kann auch eine getrennte Versorgung für den Verdampfer 3 vorgesehen sein, der ja ständig Wasser verbraucht.

Die Figuren 2, 3 und 4 verdeutlichen den inneren Aufbau des Rotationsmotors 2 in unterschiedlichen Ansichten und Schnitten. Das Außengehäuse 7 des Rotationsmotors 2 enthält innen ellipsenförmig verlaufende Wände 19, die einen annähernd elliptischen Arbeitsraum 20 definieren, dessen kürzere Symmetriearchse die Innenwand 22 entlang der Linien 21 schneidet. Beiderseits der Symmetrieebene bzw. der Linien 21 ist je ein Teilraum A, B gebildet, der sichelförmigen Querschnitt hat. Jeder Teilraum A, B besitzt einen Gasauslaß 23 benachbart zu einer Linie 21 sowie zwei dem Gasauslaß 21 gegenüberliegende Gaseinlässe 24a, 24b,

sowie 25a, 25b (Fig. 3). Jedem Gaseinlaß ist eine Vorverbrennungskammer 26a, 26b und 27a, 27b vorgeschaltet, die jeweils paarweise in den Kopfteilen 15, 16 untergebracht sind. Jeder Vorverbrennungskammer ist im Kopfteil 15, 16 ein Auslaßventil 28 zum Arbeitsraum 20 und ein Einlaßventil 29 zur Vorverbrennungskammer zugeordnet, wobei gekrümmte Einlaßkanäle 30 an die in Fig. 1 dargestellten Hosenrohre angeschlossen sind. Wahlweise betätigbare Drosselklappen 31 können die Einlaßkanäle 30 abschließen. In den Kopfteilen 15, 16 sind ferner Brennstoff-Zuführreinrichtungen 32, zweckmäßigerweise Einspritzventile derart angebracht, daß ihre Strahlrichtung schräg in die jeweilige Vorverbrennungskammer zielt. Den Vorverbrennungskammern gehören zudem selbständige Zündeinrichtungen 33 an, die zweckmäßigerweise von Zündkerzen gebildet werden. In Fig. 2 ist in der Vorverbrennungskammer 26a ein Schnüffelventil 34 angeordnet, dessen Zweck später erläutert wird.

Im Arbeitsraum 20 ist ein als Hohlzylinder ausgebildeter Rotor 35 drehbar gelagert, der mit seinem Außenumfang die Innenwand 22 in den Bereichen 21 berührt und die beiden Teilräume A und B voneinander trennt. In radialen und jeweils um 120° zueinander versetzten Schlitten 36 im Rotor 35 sind Schieber 37a, 37b, 37c geführt, die sich mit ihren äußeren Enden an der eine Führungsbahn bildenden Innenwand 22 abstützen und mit ihren inneren Enden auf dem Außenumfang eines im Inneren des Rotors 35 angeordneten Innengehäuses 38 abstützen. Die Kontur des Außenumfangs des Innengehäuses 38 ist in der Form dem Verlauf der Innenwand 22 gleich, so daß die Schieber mit ihren beiden Enden stets dichtend zur Anlage gezwungen sind. Das Innengehäuse 38 liegt in den Schnittpunkten seiner längeren Symmetrieebene, d.h. in den Bereichen 39 an der Innenwand des Rotors 35 an und bildet mit diesen zusammen zwei Kammern. Durch die inneren Abschnitte der Schieber 37a, 37b und 37c werden diese beiden Kammern in insgesamt vier bzw. fünf Ansaug- und Kompressionskammern S, K unterteilt, deren Volumina sich bei einer Drehung des

Rotors 35 stets vergrößern bzw. verkleinern.

Benachbart zu dem Berührungsreich 39 besitzt das Innengehäuse jeweils mindestens zwei Durchgangsöffnungen 40a, 40b und 41a, 41b, welche eine Strömungsverbindung zwischen den Ansaug- und Kompressionskammern S, K und dem Inneren des Innengehäuses 38 herstellen. Vor den Durchgangsöffnungen 41a und 41b sitzen abgedichtet die Einlässe der Verbindungsleitungen 10, 11.

Jede Durchgangsöffnung 41a und 41b wird im Inneren des Innengehäuses 38 durch ein Rückschlagventil 53 verschlossen, das zweckmäßigerweise so federvorgespannt ist, daß es erst bei einem bestimmten Druck in der zugehörigen Kompressionskammer K öffnet und komprimiertes Frischgas in die Verbindungsleitungen 10, 11 zum Druckspeicher 52 bzw. Verdampfer 3 strömen läßt.

Das Innengehäuse 8 ragt mit seinem hülsenförmigen Ausgang 9 aus dem Außengehäuse 7 heraus und ist offen, damit Frischgas angesaugt werden kann und die Leitungen 10, 11 herausgeführt werden können. Der Rotor 35 (Fig. 3, 4) ist im Querschnitt H-förmig, wobei sein Hohlzylinder durch eine einstückig angeformte Seitenwand 44 einerseits und eine mit Befestigungsmitteln 50 lösbar befestigte Seitenwand 43 verschlossen ist. Die Seitenwand 43 umfaßt über eine Drehlagerung 42 den Ausgang 9 des Innengehäuses 38. Der Ausgang 9 ist über eine Verzahnung 51 mit dem Außengehäuse 7 bzw. einer dort angeschraubten Außenwand 48 drehfest verbunden. Die Seitenwand 44 des Rotors 35 wird hingegen von einer weiteren Außenwand 47 abgedeckt. Zwischen den Kopfteilen 15 und dem Umfangsbereich des Außengehäuses und den Außenwänden 47 und 48 sind Distanzringe 54 eingesetzt. Befestigungselemente 49 spannen die Außenwände 47, 48 gegen das Außengehäuse fest.

Die Schieber 37a, 37b, 37c sind länger als das Innengehäuse 38

breit ist. Ihre Endbereiche greifen in radiale Schlitze 45, 46 in den Seitenwänden 44, 43 des Rotors 35 ein (siehe auch Fig. 2), wobei diese Schlitze in radialer Richtung länger sind als die Höhe der Schieber, so daß die Schieber sich radial ungehindert bewegen können. Das Innengehäuse 38 wird gegen die Seitenwände 43 und 44 des Rotors 45 hin durch Seitenwände 55 und 56 abgeschlossen. Aus Fig. 4 ist ein Sammelkörper 57 erkennbar, der die komprimierten Frischgase in die Verbindungsleitungen 10, 11 leitet. Die länggestreckte Form des Sammelkörpers 57 resultiert aus der schlitzartigen Gestalt der Durchgangsöffnungen 41a, 41b.

In der in Fig. 2 dargestellten Drehlage des Rotors 35 unterteilen die Schieber 37a, 37b und 37c den Arbeitsraum 20 in insgesamt 5 Kammern I bis V.

Der Rotationsmotor arbeitet wie folgt:

Bei einer in Richtung der Pfeile angedeuteten Drehung des Rotors 35 saugen die Schieber 37c und 37a gerade Frischgas an, wobei diese beiden Schieber gleichzeitig an ihrer Vorderseite das zuvor angesaugte Frischgas in den Kompressionskammern K komprimieren und durch die Schlitze 41a, 41b in die Leitungen 10, 11 pressen. Von diesen strömt das Frischgas in den Druckspeicher 52, der bei Erreichen eines bestimmten Druckes das komprimierte Frischgas in den Verdampfer 3 leitet. Dort wird das erhitzte und komprimierte Frischgas abgekühlt und mit Wasserdampf versetzt, bis es schließlich über die Leitung 12 und das Drosselventil 5 und die Leitungen 13, 14 in den Einlaßkanälen 30 der Kopfteile 15, 16 unter hohem Druck bei gleichzeitig niedriger Temperatur ansteht. In der dargestellten Drehlage des Rotors wurde in der Vorverbrennungskammer 26b bereits ein zündfähiges Gemisch gezündet und durch das geöffnete Auslaßventil 28 in der Expansionskammer II expandieren gelassen. Dieser Expansionstakt ist nahezu abgeschlossen. Das in der Kammer III befindliche Abgas vom vorherigen Expansionstakt wird bereits sukzessive ausge-

schoben. In der Fig. 2 hinten liegenden Vorverbrennungskammer 26a (siehe Fig. 3) ist der Füllvorgang abgeschlossen. Die beiden Ventile 28, 29 sind geschlossen und die Zündung erfolgt. Die Zündung erfolgt hier voreilend zu dem Zeitpunkt, an dem der Schieber 37a, der gerade im Begriff ist, aus der Kammer I die letzten Abgase auszuschieben, an den Gaseinläßen 24a, 24b vorbei zu laufen. Bis zu diesem Zeitpunkt ist die Verbrennung bis in alle Ecken der Vorverbrennungskammer 26a vorgedrungen, so daß dann das Auslaßventil 28 der Vorverbrennungskammer 26a öffnen kann. Unmittelbar nach dem Vorbeilaufen des Schiebers 37a expandiert dann das Arbeitsmittel in die Kammer 5 hinein. Zu diesem Zeitpunkt hat das Auslaßventil 28 der Vorverbrennungskammer 26b geschlossen, während das Einlaßventil 29 öffnet und neues Frischgas einläßt.

In der unteren vorderen Vorverbrennungskammer 27b wird ebenfalls gerade bei offenem Einlaßventil 29 Frischgas eingelassen. Aus der hinteren Vorverbrennungskammer 27a expandiert gerade das bereits vorher gezündete Gemisch in die Expansionskammer IV hinein, wofür das Auslaßventil 28 geöffnet und das Einlaßventil 29 geschlossen ist. Der Expansionsdruck schiebt den Schieber 37c in Uhrzeigerrichtung, wobei die Kammer V soweit verschoben ist, bis der Schieber 37a wiederum den Gasauslaß 23 für einen neuen Ausschiebetakt freigibt.

Durch die paarweise Anordnung der Vorverbrennungskammer ist auch bei hoher Rotordrehzahl genügend Zeit für die Gaswechselvorgänge gegeben. Synchron mit den Expansions- und Ausschiebetakten im Arbeitsraum 20 bzw. dessen fünf oder vier Kammern I bis V bzw. I bis IV laufen die Ansaug- und Kompressionstakte für das Frischgas im Inneren des Rotors 35 ab. Das beispielsweise in der Kammer V noch unter einem Restdruck stehende Abgas hat keinen nennenswerten bremsenden Einfluß auf die Bewegung des Rotors 35, da zur gleichen Zeit zwei einander überlappende Expansionstakte stattfinden.

3108087

- 19 -

Von den Gasauslässen 23 können gesonderte Abgasführungen nach außen vorgesehen sein, so daß der Zwischenraum zwischen den Arbeitsraumwänden 19 und dem Außengehäuse 7 zur Kühlwasserführung benutzt werden kann.

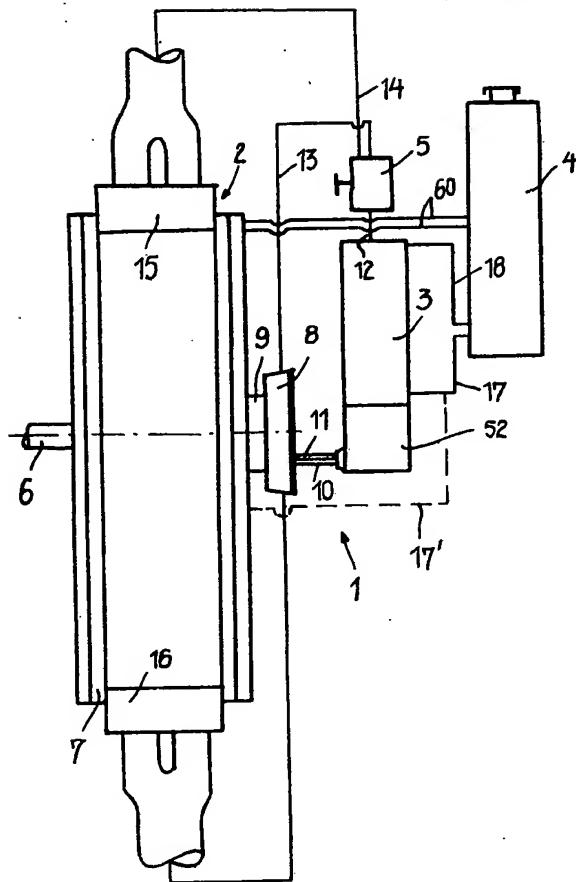
20'
Leerseite

Nummer: 3108087
Int. Cl.: F01C 1/344
Anmeldetag: 4. März 1981
Offenlegungstag: 23. September 1982

3108087

23.

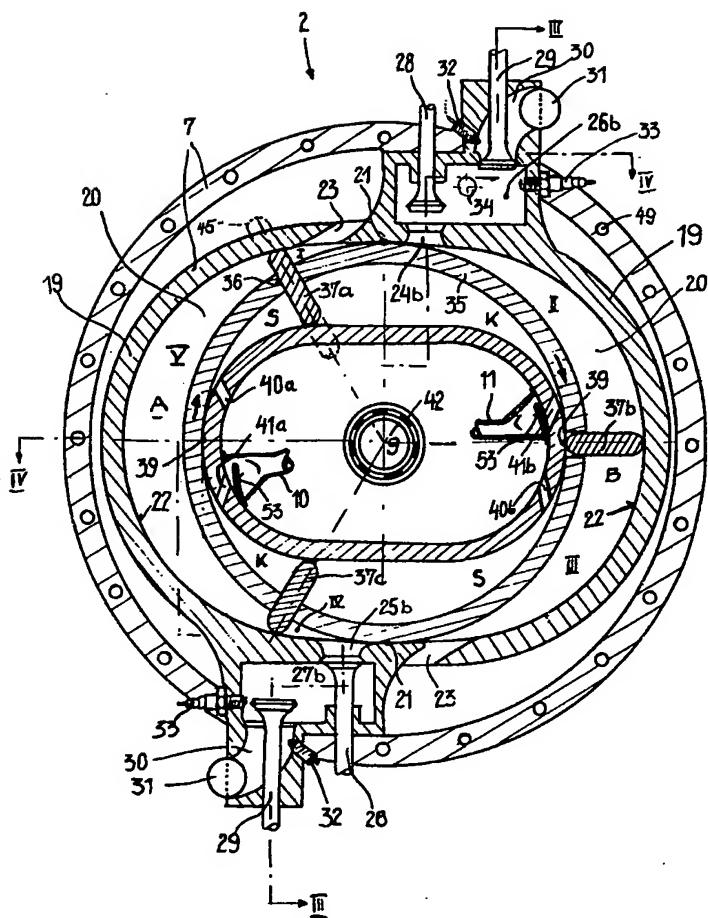
FIG 1



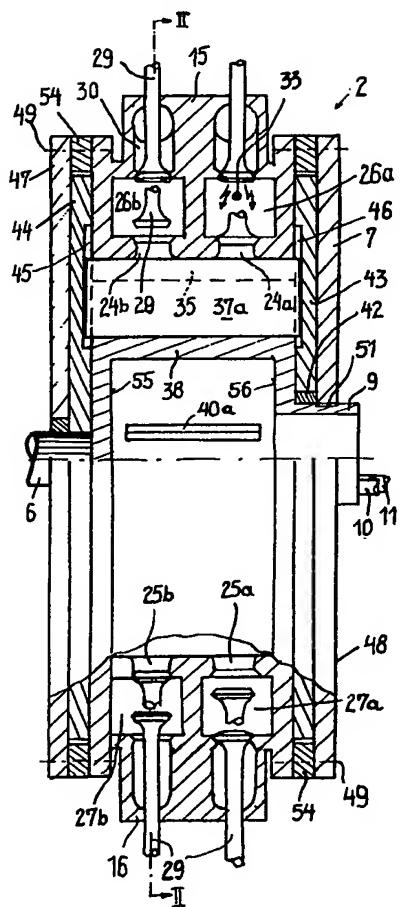
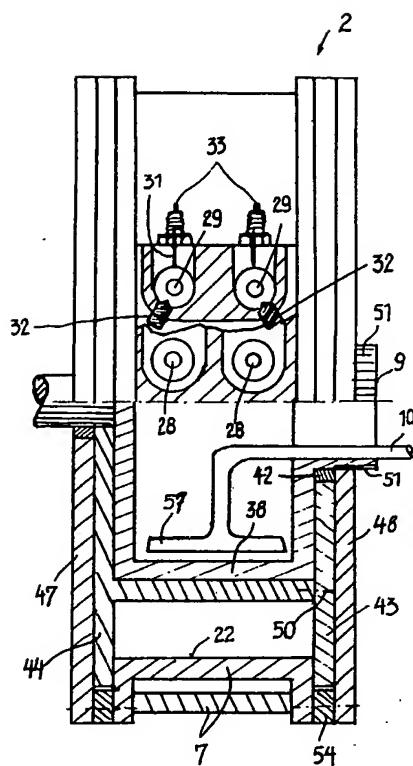
3108087

21.

FIG 2



22.

FIG 3FIG 4

PUB-NO: DE003108087A1

DOCUMENT-IDENTIFIER: DE 3108087 A1

TITLE: Four-stroke rotary engine

PUBN-DATE: September 23, 1982

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
GIERSTORFER, INGO	DE

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
GIERSTORFER INGO	N/A

APPL-NO: DE03108087

APPL-DATE: March 4, 1981

PRIORITY-DATA: DE03108087A (March 4, 1981)

INT-CL (IPC): F01C001/344

EUR-CL (EPC): F01C001/344 ; F02B053/02

ABSTRACT:

CHG DATE=19990617 STATUS=O> Four-stroke rotary engine, which has separate compression and expansion chambers and in which the compressed gas is led through a water vapour condenser before being introduced into the combustion chamber. The compression and expansion chambers are separated by a rotor seated on the drive shaft, the inside of which rotor is hollow and forms a part of the compression chambers. Combustion of the gas mixture takes place in a precombustion chamber. <IMAGE>